

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02881726 **Image available**

TREATMENT BY PLASMA

PUB. NO.: **01-179326 [JP 1179326 A]**

PUBLISHED: July 17, 1989 (19890717)

INVENTOR(s): FUJIMURA SHUZO

SHINAGAWA KEISUKE

APPLICANT(s): FUJITSU LTD [000522] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL. NO.: 63-000329 [JP 88329]

FILED: January 06, 1988 (19880106)

INTL CLASS: [4] H01L-021/302; G01N-021/66

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 46.2
(INSTRUMENTATION -- Testing)

JAPIO KEYWORD:R004 (PLASMA)

JOURNAL: Section: E, Section No. 832, Vol. 13, No. 459, Pg. 127,
October 17, 1989 (19891017)

ABSTRACT

PURPOSE: To control a process stably by accurately grasping an ashing speed and to enhance the reproducibility by a method wherein a plasma is generated by adding xenon gas to a reaction gas, luminous intensity values of an oxygen atom and a xenon atom are measured and a plasma treatment is controlled on the basis of an increase or a decrease in a concentration value of the oxygen atom which has been detected by a ratio of these luminous intensity values.

CONSTITUTION: Oxygen gas, nitrogen gas and xenon gas of individually prescribed amounts flow into a plasma chamber 2 from a gas inflow port 1; the plasma chamber 2 and an ashing chamber 3 are kept in a reduced pressure state; microwaves are applied to the gases inside the plasma chamber 2 from a waveguide tube 4 through a quartz sheet 5, by this setup, a plasma is generated. A luminous emission of this plasma is guided to a monochromator via an optical fiber 6; luminous intensity values at prescribed wavelengths (462nm, 777nm and 845nm) are measured; an ashing speed is also measured. When a ratio of a luminous intensity value of a xenon atom to that of an oxygen atom is found, a concentration value of the oxygen atoms can be obtained. An etching speed is presumed from this ratio of the luminous intensity values. If the ratio of the luminous intensity values is kept constant, the ashing speed becomes a prescribed value; a control operation can be improved.

DIALOG(R)File 352:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.
007980463 **Image available**
WPI Acc No: 1989-245575/198934

Oxygen gas plasma treatment in semiconductor device mfr. - by adding xenon gas to oxygen-contg. process gas, measuring intensity of oxygen and xenon atom beams etc. NoAbstract Dwg 2/4

Patent Assignee: FUJITSU LTD (FUIT)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 1179326	A	19890717	JP 88329	A	19880106	198934 B

Priority Applications (No Type Date): JP 88329 A 19880106

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	--------	----------	--------------

JP 1179326	A	9		
------------	---	---	--	--

Title Terms: OXYGEN; GAS; PLASMA; TREAT; SEMICONDUCTOR; DEVICE; MANUFACTURE ; ADD; XENON; GAS; OXYGEN; CONTAIN; PROCESS; GAS; MEASURE; INTENSITY; OXYGEN; XENON; ATOM; BEAM; NOABSTRACT

Derwent Class: L03; S03; U11

International Patent Class (Additional): G01N-021/66; H01L-021/30

File Segment: CPI; EPI

⑪ 公開特許公報 (A)

平1-179326

⑫ Int. Cl.

H 01 L 21/302
G 01 N 21/66
H 01 L 21/302

識別記号

府内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)7月17日

E-8223-5F
7458-2G
H-8223-5F

F-8223-5F 審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑭ 発明の名称 プラズマ処理方法

⑮ 特願 昭63-329

⑯ 出願 昭63(1988)1月6日

⑰ 発明者 藤村修三 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内⑰ 発明者 品川啓介 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑰ 出願人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑰ 代理人 弁理士青木朗 外3名

明細書

1. 発明の名称

プラズマ処理方法

2. 特許請求の範囲

1. 酸素を含む反応ガスを用いてプラズマ処理を行なうときに、前記反応ガスにキセノンガスを添加しておいてプラズマを発生させ、アクチノメトリー法によって酸素原子発光強度およびキセノン原子発光強度を測定し、これらの発光強度比から酸素原子濃度の増減を検知し、この検知に基づいてプラズマ処理を制御することを特徴とするプラズマ処理方法。

2. 前記発光強度比が酸素原子の発光波長777nm ($3\ p^3 P^{\circ} \rightarrow 3\ s^1 S^{\circ}$)又は845nm ($3\ p^3 P \rightarrow 3\ s^1 S^{\circ}$)での発光強度と、キセノン原子の発光波長467nm ($7\ p_{1/2} \rightarrow 6\ s_{1/2}$)、462nm ($7\ p_{1/2} \rightarrow 6\ s_{1/2}$)又は450nm ($6\ p'_{1/2} \rightarrow 5\ s_{1/2}$)での発光強度とから得られることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のプラズマ処理方法。

3. 前記発光強度比が一定となるように酸素原

子濃度を増減すべくプラズマ発生条件を制御することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のプラズマ処理方法。

3. 発明の詳細な説明

(概要)

半導体装置製造過程でのレジストアッキングなどの酸素ガスを用いたプラズマ処理方法に関し、777nm および 845nm 波長の酸素原子発光を利用できるようなアルゴルに代る内部標準の添加ガス(元素)を見い出して、アクチノメトリー法利用の測定での発光強度比からプラズマ中の酸素原子濃度の増減を検知し、それをプラズマ処理制御に利用することを目的とし、

酸素を含む反応ガスを用いてプラズマ処理を行なうときに、前記反応ガスにキセノンガスを添加しておいてプラズマを発生させ、アクチノメトリー法によって酸素原子発光強度およびキセノン原子発光強度を測定し、これらの発光強度比から酸素原子濃度の増減を検知し、この検知に基づいてプラズマ処理を制御することを特徴とするプラズ

マ処理方法に構成する。

(産業上の利用分野)

本発明はプラズマ処理、より詳しくは、半導体装置製造過程でのレジストアッキングなどの酸素ガスを用いたプラズマ処理方法に関するものである。

(従来の技術)

半導体装置などの製造での微細加工にレジストが用いられ、その除去を酸素プラズマ中のアッキング(灰化)によって行なうようになってきた。このレジストのアッキングを、酸素を含む反応ガスをマイクロ波によって励起してプラズマとし、このプラズマの下流で行なうダウン・フロー・アッキングが知られている。レジストアッキングをコンデンサ型ないし誘導コイル型電極で反応室内にて発生させたプラズマによって行なうことも知られている。このようなアッキング以外にもプラズマを利用して被加工物(例えば、ポリシリコン、

酸化シリコン(SiO₂)など)をエッチングすることも知られている。

プラズマ処理を制御性良くかつ再現性良く行なうためには、プラズマ中の原子濃度(原子数)をモニターすることは重要である。そして、比較的簡単にプラズマ中の原子濃度をモニターする方法としてアクチノメトリー法が知られている(例えば、J. H. Coburn & M. Chen: J. Appl. Phys., 51(6) June, 1980, pp. 3134~3136参照)。

(発明が解決しようとする問題点)

レジストアッキングの主要作用プラズマは酸素プラズマであり、酸素原子をアクチノメトリー法でモニターするときには、酸素原子の発光波長の616nm($4\text{d}^3\text{D}^{\circ}\rightarrow 3\text{p}^3\text{P}^{\circ}$)又は437nm($4\text{p}^3\text{P}\rightarrow 3\text{s}^2\text{S}^{\circ}$)での発光強度を内部標準としてのアルゴル原子の707nm($4\text{p}^1_{1/2}\rightarrow 4\text{s}_{1/2}$)発光波長での発光強度と比較することが提案されている(例えば、特願昭62-233736号、昭和62年9月19日出願、参照)。一般に、いずれの波長も発光強度が比較

的弱く、測定装置によってはモニターしづらいことがある。特に、アッキング速度の向上、処理温度(基板加熱温度)の低温化などが、酸素(O₂)ガスに窒素(N₂)ガスあるいは四フッ化炭素(CF₄)ガスを添加によって図れるわけであるが、N₂(又はCF₄)ガスが分解してあらゆる波長が出るために、目指す波長(616nm, 437nmおよび707nm)のモニターが障害を受ける。それを回避するには高分解能の分光器が必要となるなどあまりうまくいかない。

例えば、第2図に示したダウン・フロー・アッキングタイプのプラズマアッキング装置においてプラズマを発生させて、そのプラズマのMOPDスペクトル(第3回)を得ることができる。この場合のアッキング装置では、ガス入口1から酸素(O₂)ガス(900ccm)、窒素(N₂)ガス(100ccm)およびアルゴン(Ar)ガス(50ccm)をプラズマ室2へ流し、プラズマ室2およびアッキング室3を減圧(0.8Torr)状態に保ち、マイクロ波(2.45GHz, 1.5kW)を導波管4から石英板5

を通してプラズマ室2内のガスに当てるによつてプラズマを発生させる。このプラズマの発光を光ファイバー6を介してモノクロメータなどの分析器へ導き、第2回のスペトルが得られる。

なお、発生したプラズマは金属メッシュ(シャーワベット)7を通じて流れ、加熱ステージ8上に配置された半導体基板9に塗布したレジストに作用してアッキングを行なう。

第3回からわかるように、酸素原子の437nm波長発光および616nm波長発光は窒素原子の発光をそれぞれのピークの一部に含んでおり発光強度は酸素原子濃度と対応しない。したがって、アルゴン原子発光強度との比較も正確でないことになる。

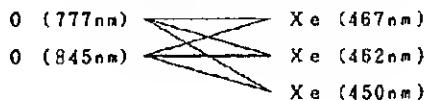
そこで測定のレンジを変更すると、第4回に示すようなプラズマのMOPDスペクトルが得られて、酸素原子の発光波長777nmと845nmとで強い発光強度が得られる(このことは一般に知られている)。これら777nmおよび845nmでの発光強度であれば少々他の発光と重なってもその影響は小さく、利用したいところである。しかしながら、777nm波

長の酸素原子発光はアクチノメトリーに不適格なことが知られている (R.E. Walkup, K.L. Saenger and G.S. Selwyn : J. Chem. Phys., 84(5), 1 March, 1986, 2668~2674参照)。さらに、845nm波長の酸素原子発光は707nm波長のアルゴン原子発光とでアクチノメトリーを行なっても、616nm又は437nm波長の酸素原子発光とのようにはいかない。このうまくいかない原因は、845nm波長光は酸素の励起準位として約11eVの位置からの発光であり、一方、アルゴンの707nm波長光は13eVで、また、酸素の616nmおよび437nm波長光も13eVであるからと考えられる。すなわち、発光する励起準位のエネルギーレベルをほぼ一致させないとうまくいかない。

本発明の目的は、777nmおよび845nm波長の酸素原子発光を利用できるようなアルゴンに代る内部標準の添加ガス(元素)を見い出して、アクチノメトリー法利用の測定での発光強度比からプラズマ中の酸素原子濃度の増減を検知し、それをプラズマ処理制御に利用することである。

じである。

どのような波長での組合せから発光強度比を求めるかは、反応ガス中へのN₂又はCF₄添加量、分光器の特性、スペクトルのバックグラウドなどを考慮して次の6通りから得られる。



そして、発光強度比が一定となるように、酸素原子濃度を増減すべくプラズマ発生条件(プラズマ発生時の装置内圧力、ガス流量、励起のためのマイクロ波パワー、ガス混合比など)を制御することになる。

(実施例)

添付図面を参照して本発明の実施態様例および比較例によって本発明を詳しく説明する。

先に説明した第2図のプラズマアッキング装置を用いて、半導体基板9上に塗布したレジスト

[問題点を解決するための手段]

上述の目的が、酸素を含む反応ガスを用いてプラズマ処理を行なうときに、前記反応ガスにキセノン(Xe)ガスを添加しておいてプラズマを発生させ、アクチノメトリー法によって酸素原子発光強度およびキセノン原子発光強度を測定し、これらの発光強度比から酸素原子濃度の増減を検知し、この検知に基づいてプラズマ処理を制御することを特徴とするプラズマ処理方法によって達成される。

酸素原子の発光波長 777 ($3 p^5 P^0 \rightarrow 3 s^2 S^0$) nm又は 845nm ($3 p^5 P \rightarrow 3 s^2 S^0$) での発光強度と、キセノン原子の発光波長 467nm ($7 p_{1/2} \rightarrow 6 s_{1/2}$)、462nm ($7 p_{1/2} \rightarrow 6 s_{1/2}$) 又は 450nm ($6 p^5 1/2 \rightarrow 6 s_{1/2}$) での発光強度とから発光強度比を得ることが好ましい。

キセノン原子発光波長 467nm および 462nm での発光はその準位が 10.9 eV であり、450nm での発光は、11 eV であり、これら値は酸素原子発光波長 777nm および 845nm での発光の場合とはほぼ同

(東京応化工業製の OFPR 800) を下記条件でアッキングした。

酸素(O₂)ガス流量(SCCM) : 1000, 950, 900, 850,
800 および 750

窒素(N₂)ガス流量(SCCM) : 0, 50, 100, 150, 200
および 250

酸素+窒素ガスの合計流量(SCCM) : 1000 (一定)

キセノン(Xe)ガス流量(SCCM) : 50 (一定)

装置内圧力 : 0.8 Torr

マイクロ周波数 : 2.45 GHz

マイクロ波パワー : 1.5 kW

プラズマ室2内に発生したプラズマの光を光ファイバー6経由でモノクロメータへ導き、特定波長(462nm, 777nmおよび845nm)の発光強度を検出器にて測定した。そして、アッキング速度も測定した。これらの結果を第1図のグラフに示す。前述したように、波長462nmの発光はキセノン原子のものであり、波長777nmおよび845nmの発光は酸素原子のもので、これらの発光強度の割合(比、I_o(777nm) / I_{Xe}(462nm) および I_o

(845nm) / I_{Xe}(462nm) … X印] を求めることによって、酸素原子（相対）濃度が得られる。窒素を添加することによってプラズマとなる酸素原子数（濃度）が増大することがわかる。また、レジストのアッシング速度（●印）と発光強度比（X印）とはほとんど一致することがわかり、この発光強度比が測定検出できれば、エッチング速度を推定することができる。そして、この発光強度比を一定に保つならば、それはアッシング速度も所定値となり、プラズマ処理での制御向上が図れる。

一方、比較例として上述した条件のキセノンの添加の代りに同流量のアルゴンを用いたことのみが異なる条件で同じようにプラズマアッシング処理を行なった。プラズマの光を光ファイバー6経由でモノクロメータへ導き、特定波長(707nm, 845nm および 777nm) の発光強度を検出器にて測定した。アッシング速度はキセノン添加の実施例と同じであり、測定結果を第1図のグラフに示す。酸素原子発光強度(845nm) とアルゴン原子発光強

度(707nm)との比(○印)および同様な酸素原子発光強度(777nm)とアルゴン原子発光強度(707nm)との比(▲印)は実際のアッシング速度(印)とは類似傾向を示すがずれており、波長 777nmの場合のほうがずれが大きい。

上述の説明ではアッシング前のプラズマをモニターしているが、パレル型アッシング装置においてはアッシング中のプラズマをモニターすることができる。この場合には、アッシング中の酸素原子濃度（発光強度）の制御ができるだけでなく、その増減を検知するなかでアッシングの終点（エンドポイント）を検出することができる。

(発明の効果)

本発明によると、酸素ガスに窒素又はフッ化炭素ガスを添加してアッシングを行なう際に、キセノンガスを添加しておいて該キセノン原子発光強度と酸素原子発光強度との比をアクチノタトリー法による分析に基づいてモニターし、この発光強度比をプラズマアッシング処理条件を制御する指

標とすることができる、アッシング速度を正確に把握することができる。したがって、プラズマ処理でのプロセス安定制御ができ、再現性が良くなる。これらのことから不良品対策などでのダウンタイム（停止時間）を減らして稼働時間を増加させ、定期的なメンテナンス時期決定が効果的にでき、半導体基板にダメージを招くオーバーアッシングを制御できるなどの効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、酸素ガスおよび窒素ガスにキセノンガス又はアルゴンガスを添加したガスでのプラズマアッシング処理におけるアッシング速度およびプラズマ中の酸素原子相対濃度（酸素原子発光強度とキセノン又はアルゴンの原子発光強度との比）を示すグラフであり、

第2図は、ダウン・フロー・アッシング方式でのプラズマアッシング装置の概略断面図であり、

第3図は、酸素ガス、窒素ガスおよびアルゴンガスの混合ガスのプラズマスペクトルであり、

第4図は、第3図の場合とは異なるレンジにおける

酸素ガス、窒素ガスおよびアルゴンガスの混合ガスのプラズマスペクトルである。

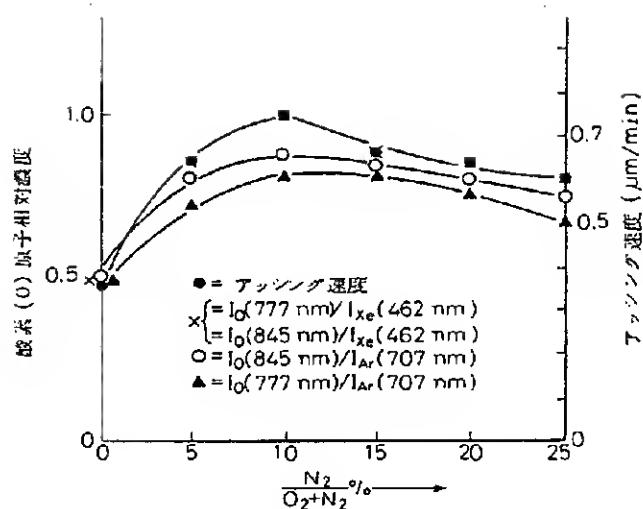
- 2 … プラズマ室、
- 3 … アッシング反応室、
- 5 … 石英板、
- 6 … 光ファイバー、
- 8 … ステージ、
- 9 … 半導体基板、

特許出願人

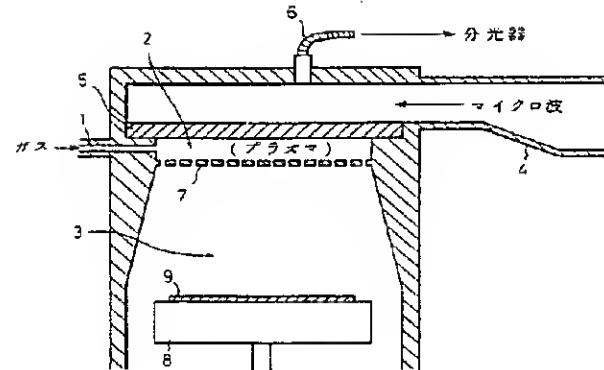
富士通株式会社

特許出願代理人

弁理士 青木 朗
弁理士 西館 和之
弁理士 内田 幸男
弁理士 山口 昭之

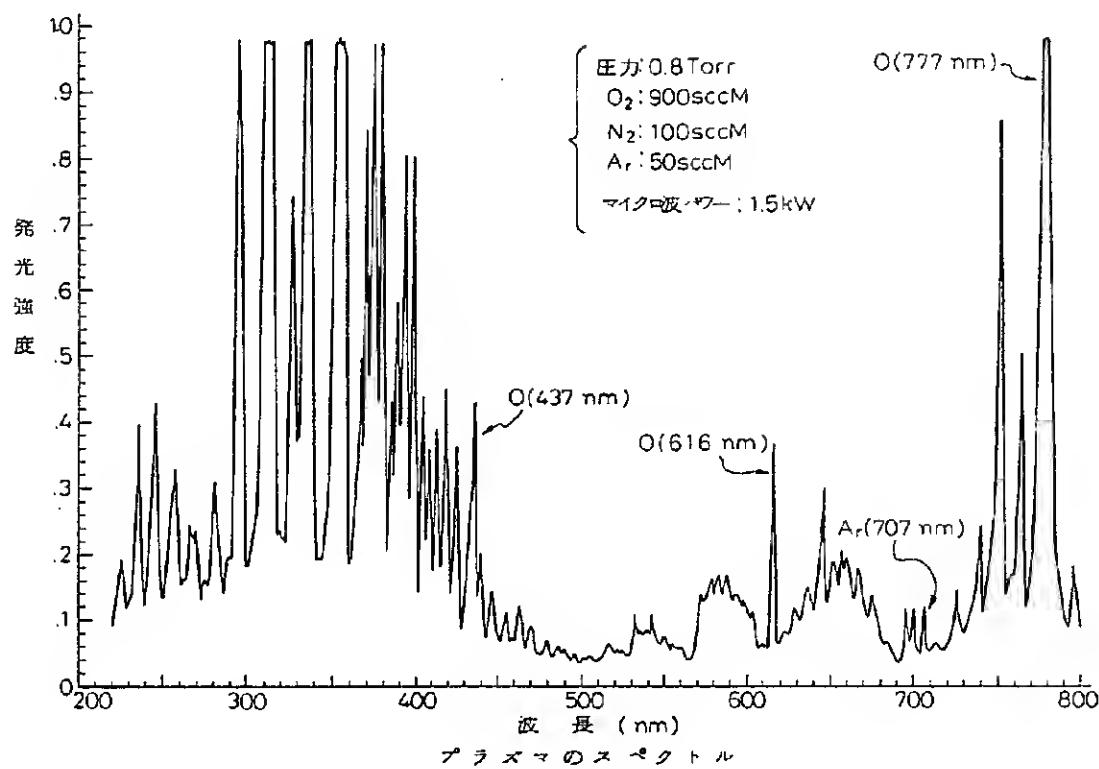


第1図



第2図

2 … プラズマ室
 3 … ラッシング反応室
 6 … 光ファイバー
 9 … 半導体基板



第3図

